

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
29. Januar 2004 (29.01.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/009996 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: F04B 1/20, 11/00

(72) Erfinder; und

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/007422

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ZEISER, Horst
[DE/DE]; Bleichenweg 22, 89347 Bubesheim (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:

9. Juli 2003 (09.07.2003)

(74) Anwälte: KÖRFER, Thomas usw.; Mitscherlich & Partner,
Sonnenstrasse 33, 80331 München (DE).

(25) Einreichungssprache:

Deutsch

(81) Bestimmungsstaat (national): US.

(26) Veröffentlichungssprache:

Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

(30) Angaben zur Priorität:

102 32 983.4 19. Juli 2002 (19.07.2002) DE

Veröffentlicht:

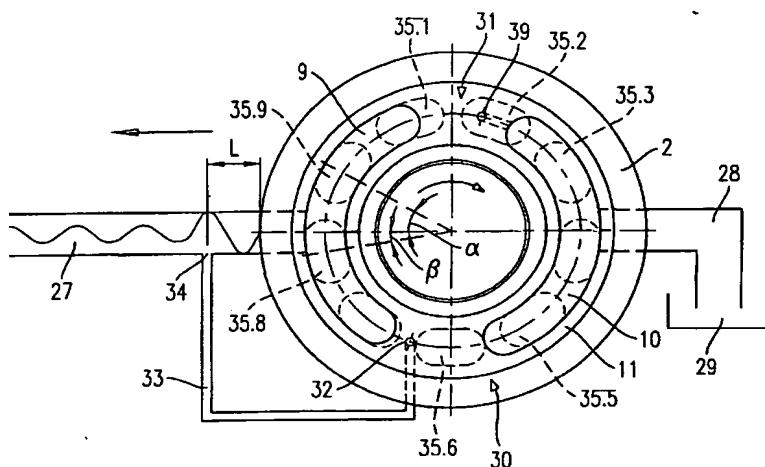
— mit internationalem Recherchenbericht

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): BRUENINGHAUS HYDROMATIK GMBH
[DE/DE]; Glockeraustrasse 2, 89275 Elchingen (DE).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: PISTON ENGINE COMPRISING A PULSATION-REDUCING DEVICE

(54) Bezeichnung: KOLBENMASCHINE MIT PULSATIONSMINDEMDER VORRICHTUNG





(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Kolbenmaschine mit einer drehbar gelagerten Zylindertrommel (2), in der über den Umfang verteilt mehrere Zylinderbohrungen angeordnet sind, in denen verschiebliche Kolben angeordnet sind. Die Zylinderbohrungen (3,4) weisen an einer Seite Zylinderöffnungen (35.1, 35.2,...35.9) auf, die entsprechend dem Drehwinkel der Zylindertrommel (2) zeitweilig in Verbindung mit je einer von zwei Steuernieren (9, 10) stehen, die mit jeweils einer Arbeitsleitung (27, 28) verbunden sind. Zwischen den Steuernieren (9, 10) ist jeweils ein Umsteuerbereich (30, 31) ausgebildet, wobei in einen Umsteuerbereich (30, 31) ein erstes Ende (32) einer Druckausgleichsleitung (33) ausmündet. Ein zweites Ende (34) der Druckausgleichsleitung (33) mündet in die auslassseitige Arbeitsleitung (27), wobei die Länge (L) der auslassseitigen Arbeitsleitung (27) zwischen der auslassseitigen Steuerniere (9) und dem zweiten Ende (34) der Druckausgleichsleitung (33) so bemessen ist, dass zwischen einer durch eine Hubbewegung der Kolben (5, 6) verursachte, in der auslassseitigen Arbeitsleitung (27) fortschreitende Druckwelle und dem Drehwinkel der Zylindertrommel (2) eine definierte Phasenbeziehung besteht, die der Druckschwankung entgegenwirkt.

KOLBENMASCHINE MIT PULSATIONSMINDERNDER VORRICHTUNG

Die Erfindung betrifft eine Kolbenmaschine mit einer Vorrichtung zur Minderung von Strömungspulsationen.

5

Beim Betrieb von hydrostatischen Kolbenmaschinen kommt es bauartbedingt zu einer Pulsation des Drucks durch ungleichförmige Förderung des verwendeten Druckmittels, welches sich über das Leitungssystem ausbreitet.

10

Aus der DE 100 34 857 A1 ist eine Vorrichtung zum Mindern der Pulsation bekannt, bei der in dem Umsteuerbereich des Steuerspiegels eine Druckausgleichsleitung ausmündet, welche mit der hochdruckseitigen Steuerniere über eine gesteuerte Drossel verbunden ist. Die gesteuerte Drossel besteht aus einem Kolben, welcher eine Steuerkante aufweist, wobei die Gleichgewichtsposition des Kolbens durch eine Druckfeder sowie in entgegengesetzter Richtung durch eine Druckkraft eingestellt wird, wobei die Druckkraft durch den in der Hochdrucksteuerniere herrschenden Druck erzeugt wird. Mit diesem System lässt sich im Vergleich zu herkömmlichen Steuerkerben eine verbesserte Anpassung an den jeweiligen Betriebszustand der Kolbenmaschine erreichen.

25

Nachteilig an der vorstehend beschriebenen Kolbenmaschine ist, daß sich die Strömungspulsationen, welche zwar nur gemindert auftreten, sich jedoch nicht vollständig vermeiden lassen, auf den Steuerkolben übertragen, und somit der Steuerkolben seinerseits zu einer Schwingung angeregt werden kann. Dies hat einen unmittelbaren Einfluß auf die Effektivität des Druckausgleichs, der durch die variable Drossel ermöglicht werden soll. Weiterhin ist nachteilig, daß aufgrund der Bewegung des Steuerkolbens, der durch die Pulsation des Drucks in der Hochdrucksteuerniere unvermeidlich ist, ein erheblicher Verschleiß an der Pulsationsminderungsvorrichtung auftritt.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Kolbenmaschine mit Pulsationsminderung zu schaffen, welche einfach und kostengünstig zu realisieren ist und die keine zusätzlichen Bauteile und keinen zusätzlichen Bauraum .
5 erfordert.

Die Aufgabe wird durch die Kolbenmaschine mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

10 Die erfindungsgemäße Kolbenmaschine hat den Vorteil, daß zum Erzeugen einer Pulsationsminderung lediglich eine Druckausgleichsleitung vorzusehen ist, welche zwischen einer Arbeitsleitung und einer in einem Umsteuerbereich eines Steuerspiegels angeordneten Öffnung angeordnet ist.
15 Bei der Anordnung der Druckausgleichsleitung ist lediglich zu berücksichtigen, daß die Ausmündung in der Arbeitsleitung an einer Stelle vorzusehen ist, welche ein phasenrichtiges Abgreifen der in der Arbeitsleitung fortschreitenden Druckwelle ermöglicht. Durch dieses
20 phasenrichtige Abgreifen ist es einerseits möglich, einen Druckanstieg in einem Zylinderraum bei einer als Pumpe betriebenen Kolbenmaschine zu erreichen. Andererseits ist es ebenso möglich, durch das Abgreifen einer gezielten Phase der in der Arbeitsleitung fortschreitenden
25 Druckwelle eine Druckverringerung in einem Zylinder während des Überstreichens des Umsteuerbereichs zu erreichen, wenn eine Kolbenmaschine als Motor betrieben wird. Damit wird durch eine einfache Auswahl des Punktes, in dem die Druckausgleichsleitung in der Arbeitsleitung
30 mündet, erreicht, daß für eine Pumpe das Druckmaximum und für einen Motor dagegen ein Druckminimum reduziert wird. Die fortschreitende Druckwelle in der Arbeitsleitung wird durch das phasenrichtige Abgreifen in ihrer Amplitude verringert, wodurch die Körperschallübertragung auf
35 nachfolgende Bauteile und damit letztlich deren Schallabstrahlung verringert wird.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Kolbenmaschine möglich.

5 Die erfindungsgemäße Kolbenmaschine ist in der Zeichnung schematisch dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Axialkolbenmaschine nach dem Stand der Technik;

10 Fig. 2 eine Draufsicht auf einen Steuerspiegel einer als Pumpe betriebenen Axialkolbenmaschine;

15 Fig. 3 eine Draufsicht auf einen Steuerspiegel einer als Motor betriebenen Kolbenmaschine;

20 Fig. 4 eine Draufsicht auf den Steuerspiegel der Axialkolbenmaschine aus Fig. 1 zu einem späteren Zeitpunkt;

25 Fig. 5 eine Draufsicht auf den Steuerspiegel der Axialkolbenmaschine aus Fig. 3 zu einem späteren Zeitpunkt;

Fig. 6 eine Draufsicht auf einen Steuerspiegel der Axialkolbenmaschine aus Fig. 1 mit einem zusätzlichen Druckspeicher; und

30 Fig. 7 eine Draufsicht auf einen Steuerspiegel einer Axialkolbenmaschine aus Fig. 3 mit einem zusätzlichen Druckspeicher.

In Fig. 1 ist ein Schnitt durch eine an sich bekannte Axialkolbenmaschine 1 dargestellt. Im Inneren eines nicht dargestellten Gehäuses der Axialkolbenmaschine 1 ist eine Zylindertrommel 2 angeordnet, wobei die Zylindertrommel 2 drehbar bezüglich einer Mittelachse 12 gelagert ist. In der Zylindertrommel 2 sind Zylinderöffnungen 3, 4 vorge-

sehen, wobei die Zylinderöffnungen 3, 4 parallel zu der Mittelachse 12 angeordnet sind und gleichmäßig über den Umfang verteilt sind. In den Zylinderbohrungen 3, 4 sind Kolben 5, 6 angeordnet, die in den Zylinderöffnungen 3, 4 5 verschiebbar gelagert sind.

Die Zylinderbohrungen 3, 4 weisen an einem stirnseitigen Ende der Zylindertrommel 2 jeweils eine Zylinderöffnung 7, 8 auf, wobei während der Drehung der Zylindertrommel 2 die 10 Zylinderöffnungen 7, 8 nacheinander eine erste Steuerniere 9 und eine zweite Steuerniere 10 überstreichen, wobei die Steuernieren 9, 10 in einem Steuerspiegel 11 angeordnet sind, welcher drehfest mit dem Gehäuse der Axialkolbenmaschine 1 verbunden ist. Die Steuernieren 9, 10, welche 15 sich entlang eines Kreissegments erstrecken, sind mit jeweils einer in der Fig. 1 nicht dargestellten Arbeitsleitung verbunden.

An ihren von den Steuernieren 9, 10 abgewandten Enden 20 weisen die Kolben 5, 6 jeweils einen näherungsweise kugelförmigen Fortsatz 13, 14 auf, dessen Kugelgeometrie mit einer Ausnehmung 15, 16 eines Gleitschuhs 17, bzw. 18, korrespondiert. Im dargestellten Ausführungsbeispiel stützen sich die Gleitschuhe 17, 18 auf einer Schwenkscheibe 25 ab. Um die Kontaktfläche zwischen den Gleitschuhen 17, 18 und der Schwenkscheibe 25 mit Schmiermittel 25 zu versorgen, weisen sowohl die kugelförmigen Fortsätze 14, 13 als auch die Gleitschuhe 17, 18 jeweils eine Druckölbohrung 21, 22 bzw. 23, 24 auf. Damit sind aus dem 30 Druckmittelreservoir sowohl die Kontaktstellen zwischen den Gleitschuhen 17, 18 und der Schwenkscheibe 25 als auch zwischen den Kugelköpfen 13, 14 und den korrespondierenden Ausnehmungen 15, 16 der Gleitschuhe 17, 18 ausreichend geschmiert.

35

Zum Betrieb als Axialkolbenpumpe wird die Zylindertrommel 2 um ihre Mittelachse 12 gedreht, wobei aufgrund der Neigung der Schwenkscheibe 25 bezüglich der Mittelachse 12 die in der Zylindertrommel 2 angeordneten Kolben 5, 6 eine

Hubbewegung ausführen, wobei sie während einer Saughubbewegung mit einer Niederdrucksteuerniere verbunden sind, während einer Hochdruckhubbewegung dagegen mit einer Hochdrucksteuerniere.

5

In Fig. 2 ist eine Draufsicht auf einen Steuerspiegel 11 einer Axialkolbenpumpe dargestellt, wobei die Drehrichtung der Zylindertrommel 2 durch einen Pfeil angegeben ist. Die Zylindertrommel 2 weist gleichmäßig über ihren Umfang 10 verteilt neun Zylinderbohrungen auf, deren Zylinderöffnungen in Fig. 2 gestrichelt dargestellt und mit dem Bezugszeichen 35.1 bis 35.9 gekennzeichnet sind. In dem Steuerspiegel 11 ist eine Hochdrucksteuerniere 9 als erste Steuerniere sowie eine Saugsteuerniere 10 als zweite 15 Steuerniere angeordnet. Zwischen der Steuerniere 9 und der Steuerniere 10 ist jeweils ein Bereich vorgesehen, in dem die Zylinderöffnungen 35.1 bis 35.9 weder zu der einen noch zu der anderen Steuerniere 9, 10 Kontakt haben. Diese Bereiche sind als Umsteuerbereich 30 bzw. Umsteuerbereich 20 31 gekennzeichnet.

In dem Umsteuerbereich 30, welcher von den Zylinderöffnungen 35.1 bis 35.9 während des Wechsels von der Niederdruck- auf die Hochdruckseite überstrichen wird, ist 25 eine Öffnung angeordnet, welche ein erstes Ende 32 einer Druckausgleichsleitung 33 bildet. Die Druckausgleichsleitung 33 weist ein zweites Ende 34 auf, welches in eine Arbeitsleitung 27 mündet. Die in Fig. 2 dargestellte Axialkolbenmaschine 1 saugt über eine Arbeitsleitung 28 30 Druckmittel aus einem Tankvolumen 29 an und befördert es, wie durch den Pfeil angegeben, in die Arbeitsleitung 27.

Durch die endliche Anzahl von Kolben 3, 4 und dem ungleichförmigen Geschwindigkeitsverlauf während eines 35 Pumpycles kommt es beim Betrieb einer Axialkolbenmaschine 1 zu Ungleichförmigkeiten in der Förderstrommenge. Diese Ungleichförmigkeiten in der Förderstrommenge resultieren in einer Druckpulsation, wie sie schematisch in der Arbeitsleitung 27 dargestellt ist. Ausgehend von der

Hochdrucksteuerniere 9 schreitet eine Druckwelle entlang der Arbeitsleitung 27 fort. Eine Länge L der Arbeitsleitung 27 zwischen der Hochdrucksteuerniere 9 und dem zweiten Ende 34 der Druckausgleichsleitung 33 ist 5 dabei so bemessen, daß die fortschreitende Druckwelle in der Arbeitsleitung 27 in dem Moment, an dem das zweite Ende 34 der Druckausgleichsleitung 33 ein Maximum aufweist, zu dem das erste Ende 32 in dem Umsteuerbereich 30 in Kontakt mit einer weiteren Zylinderöffnung tritt.

10

Im dargestellten Ausführungsbeispiel kommt als nächstes die Zylinderöffnung 35.6 in Überdeckung mit der Öffnung an dem ersten Ende 32 der Druckausgleichsleitung 33. Befindet sich zu dem Zeitpunkt, an dem die Zylinderöffnung 35.6 in 15 Überdeckung mit der Öffnung des ersten Endes 32 der Druckausgleichsleitung 33 ist, an dem zweiten Ende 34 der Druckausgleichsleitung 33 ein Druckmaximum in der Arbeitsleitung 27, so findet ein Druckausgleich statt, in dem der Druck in der Zylinderbohrung, welche mit der Zylinderöffnung 35.6 verbunden ist, über die Druckausgleichsleitung 33 erhöht wird. Wegen des in die Druckausgleichsleitung 33 einströmenden Druckmittels ist 20 die Amplitude der in der Arbeitsleitung 27 fortschreitenden Druckwelle im weiteren Verlauf 25 erniedrigt. Damit wird eine Druckpulsationsminderung erreicht.

Im Folgenden wird die Funktion nur schematisch anhand eines die Allgemeinheit nicht einschränkenden Beispiels 30 erläutert.

Im dargestellten Ausführungsbeispiel mit neun Bohrungen in der Zylindertrommel 2 ist bei der gezeigten Anordnung des ersten Endes 32 der Druckausgleichsleitung 33 zu dem 35 Zeitpunkt, zu dem die Überdeckung zwischen der Öffnung an dem ersten Ende 32 der Druckausgleichsleitung 33 und der Zylinderöffnung 35.6 beginnt, das Verhältnis zwischen den Winkeln α , β , welche die Zylinderöffnungen 35.9 bzw. 35.8 mit der Mittelachse der Arbeitsleitung 27 einschließen

1:4. Ein Druckmaximum in der Arbeitsleitung 27 entsteht jeweils dann, wenn eine Zylinderöffnung 35.1 bis 35.9 mit der Mittelachse der Arbeitsleitung 27 einen bestimmten Winkel einschließt, der sich entsprechend der Kolbenzahl 5 pro Umdrehung zyklisch wiederholt. Demnach ist zu dem dargestellten Zeitpunkt das Druckmaximum in der Arbeitsleitung 27 von der Seite der Hochdrucksteuerniere 9 aus um etwa eine $\frac{1}{4}$ -Wellenlänge λ fortgeschritten.

10 Daraus ergibt sich für den dargestellten, bevorzugten Fall von neun Zylinderbohrungen, die gleichmäßig über eine Zylindertrömmel 2 verteilt angeordnet sind, eine Länge L zwischen der Hochdrucksteuerniere 9 und dem zweiten Ende 34 der Druckausgleichsleitung 33, die gleich $\frac{1}{4}\lambda$ ist. Die 15 Wellenlänge λ ergibt sich dabei aus der Frequenz der Pulsationen, welche sich wiederum aus der Anzahl der Zylinderbohrungen und der Drehzahl der Zylindertrömmel 2 ermitteln lässt. Um einen Restdruck zu entspannen, mündet 20 in den Umsteuerbereich 31 zudem ein Verbindungskanal 39 aus, dessen zweites Ende in die Steuerniere 10 mündet.

In Fig. 3 ist eine entsprechende Vorrichtung für eine Axialkolbenmaschine 2 dargestellt, welche als Hydromotor betrieben wird. Über die Arbeitsleitung 28 wird ein 25 Hochdruck, welcher beispielsweise durch die in Fig. 2 dargestellte Axialkolbenmaschine erzeugt wird, dem Hydromotor zugeführt. Die Drehrichtung ist, wie durch den Pfeil gekennzeichnet, entgegen dem Uhrzeigersinn. Beim Überstreichen des Umsteuerbereichs 31 durch die Zylinderöffnungen 35.1 bis 35.9 wird der durch die Füllung auf der Hochdruckseite erzeugte Hochdruck in der Zylinderbohrung über die Druckausgleichsleitung 33 zum Teil in die Arbeitsleitung 27 entspannt. Das zweite Ende 34 der Druckausgleichsleitung 33 ist dabei so mit der 30 Arbeitsleitung 27 verbunden, daß zum Zeitpunkt, zu dem die Zylinderöffnung 35.1 in Kontakt mit der Öffnung an dem ersten Ende 32 der Druckausgleichsleitung 33 tritt, an dem zweiten Ende 34 der Druckausgleichsleitung 33 ein Druckminimum herrscht. Durch das teilweise Angleichen 35

zwischen dem Druck in dem Zylinder und dem Druck in der Arbeitsleitung 27 ergibt sich wiederum, wie vorstehend bereits für das Beispiel einer Axialkolbenpumpe ausführlich dargestellt wurde, eine Verringerung der 5 Amplitude der Druckschwankungen in der Arbeitsleitung 27 und damit eine verringerte Schallabstrahlung der nachfolgend an der Arbeitsleitung angeschlossenen Bauteile. Weiterhin ist für einen langsamen Druckaufbau in Drehrichtung vor der Steuerniere 10 eine Vorsteuerkerbe 40 10 ausgebildet.

In Fig. 4 ist die Axialkolbenmaschine 2 aus Fig. 2 noch einmal für einen späteren Zeitpunkt dargestellt. Die Druckwelle, welche sich in der Arbeitsleitung 27 15 ausbreitet, ist entsprechend dem Drehwinkel der Zylindertrommel 2 um $\frac{3}{4}\lambda$ weitergeschritten, wobei sich dementsprechend an dem Ende der Arbeitsleitung 27, welches zu der Hochdrucksteuerniere hin orientiert ist, ein Druckmaximum befindet, welches durch den zu der 20 Zylinderöffnung 35.8 gehörenden Kolben verursacht wird. Dieses am Anfang der Arbeitsleitung 27 entstehende Druckmaximum bewegt sich mit Schallgeschwindigkeit entlang der Arbeitsleitung 27, wobei es an dem zweiten Ende 34 der Druckausgleichsleitung 33 zu dem Zeitpunkt angelangt sein 25 muß, zu dem die in Drehrichtung nächstfolgende Zylinderöffnung 35.5 in Überdeckung mit der Öffnung an dem ersten Ende 32 der Druckausgleichsleitung 33 gelangt ist.

Aus dem verbleibenden Drehwinkel γ zwischen der 30 Zylinderöffnung 35.5 und der Öffnung an dem ersten Ende 32 der Druckausgleichsleitung 33 im Verhältnis zu dem Zwischenwinkel δ zwischen zwei aufeinanderfolgenden Zylinderöffnungen, beispielsweise 35.2 und 35.3, ergibt sich der minimale Abstand zwischen dem zweiten Ende 34 der 35 Druckausgleichsleitung 33 und der Hochdrucksteuerniere 9 in Einheiten der Wellenlänge λ entsprechend vorgenannter Definitionen. Ist ein Verbinden des zweiten Endes 34 der Druckausgleichsleitung 33 an dem so berechneten Punkt der

Arbeitsleitung 27 nicht möglich, so ist, jeweils um λ verschoben, ein identisch wirkender Anschlußpunkt möglich.

In Fig. 5 ist der entsprechende Fall für die Axialkolbenmaschine aus Fig. 3 für einen späteren Zeitpunkt dargestellt. Im dargestellten Beispiel ist der verbleibenden Winkel ϕ , welchen der Zylinder mit der Zylinderöffnung 35.2 bis zu der Öffnung am ersten Ende 32 der Druckausgleichsleitung 33 zurücklegen muß, zugrunde zu legen. Der minimale Abstand zwischen der Mündungsöffnung an dem zweiten Ende 34 der Druckausgleichsleitung und der Auslaßsteuerniere 9 der Axialkolbenmaschine 1 wird daher aus dem Quotienten des verbleibenden Winkels ϕ und des Zwischenwinkel δ zwischen zwei aufeinanderfolgenden Zylinderöffnungen 35.2 und 35.3 bestimmt, wobei wegen des Abgriffs des Druckminimums im Gegensatz zu dem vorstehend für eine Pumpe beschriebenen Fall eine Verschiebung um $\lambda/2$ zu berücksichtigen ist.

Bei der Bestimmung der Länge L kann berücksichtigt werden, daß eine Druckschwankung, welche sich in der Arbeitsleitung 27 fortpflanzt, ebenfalls eine Laufzeit entlang der Druckausgleichsleitung 33 hat. Zu berücksichtigen ist eine geänderte Phasenlage dabei, indem die Phasenverschiebung entlang der Druckausgleichsleitung als Längenänderung der Länge L berücksichtigt wird.

In Fig. 6 und 7 sind zwei weitere Ausführungsbeispiele für erfindungsgemäße Pulsationsminderungen dargestellt, wobei jeweils zusätzlich zu der bereits ausgeführten Pulsationsminderung durch einen phasenrichtigen Abgriff einer Druckschwankung in der Arbeitsleitung 27 ein Speicherelement 38 vorgesehen ist. Mit Hilfe des Speicher-elements 38 ist es zusätzlich möglich, den Betriebsbereich, in dem die Pulsationsminderung wirksam ist, zu vergrößern. An der Einmündung der Druckausgleichsleitung 33 in die Arbeitsleitung 27 an dem zweiten Ende 34 kann alternativ eine definierte Querschnittsfläche vorzusehen werden.

Ansprüche

5

1. Kolbenmaschine mit einer drehbar gelagerten Zylindertrommel (2), in der über den Umfang verteilt mehrere Zylinderbohrungen (3, 4) angeordnet sind, in denen verschiebbliche Kolben (5, 6) angeordnet sind, wobei die 10 Zylinderbohrungen (3, 4) an einer Seite Zylinderöffnungen (7, 8, 35.1, 35.2,...35.9) aufweisen, die entsprechend dem Drehwinkel der Zylindertrommel (2) zeitweilig in Verbindung mit je einer von zwei Steuernieren (9, 10) stehen, die mit jeweils einer Arbeitsleitung (27, 28) 15 verbunden sind, wobei zwischen den Steuernieren (9, 10) jeweils ein Umsteuerbereich (30, 31) ausgebildet ist und wobei zumindest in einen Umsteuerbereich (30, 31) ein erstes Ende (32) einer Druckausgleichsleitung (33) ausmündet,

20 dadurch gekennzeichnet,
daß ein zweites Ende (34) der Druckausgleichsleitung (33) in die auslaßseitige Arbeitsleitung (27) mündet, wobei die Länge (L) der auslaßseitigen Arbeitsleitung (27) zwischen der auslaßseitigen Steuerniere (9) und dem zweiten Ende 25 (34) der Druckausgleichsleitung (33) so bemessen ist, daß zwischen einer durch eine Hubbewegung der Kolben (5, 6) verursachten, in der auslaßseitigen Arbeitsleitung (27) fortschreitenden Druckwelle an der Stelle des zweiten Ende (34) der Druckausgleichsleitung (33) und dem Drehwinkel 30 der Zylindertrommel (2) eine definierte Phasenbeziehung besteht.

2. Kolbenmaschine nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

35 daß die Kolbenmaschine eine Hydropumpe ist und
daß die Länge (L) zwischen der auslaßseitigen Steuerniere (9) und dem zweiten Ende (34) der Druckausgleichsleitung etwa $\frac{1}{4}\lambda$ beträgt, wobei λ die Wellenlänge der Druckwelle

bedeutet, gegebenenfalls zuzüglich ein ganzzahliges Vielfaches der Wellenlänge (λ) der Druckwelle.

3. Kolbenmaschine nach Anspruch 1,
5 dadurch gekennzeichnet,
daß die Kolbenmaschine ein Hydromotor ist und
daß die Länge (L) zwischen der auslaßseitigen Steuerniere
(9) und dem zweiten Ende (34) der Druckausgleichsleitung
etwa $\frac{1}{4}\lambda$ beträgt, wobei λ die Wellenlänge der Druckwelle
10 bedeutet, gegebenenfalls zuzüglich ein ganzzahliges
Vielfaches der Wellenlänge (λ) der Druckwelle.

4. Kolbenmaschine nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
15 daß die Kolbenmaschine als Hydropumpe arbeitet und
daß die Länge (L) der auslaßseitigen Arbeitsleitung (27)
zwischen der auslaßseitigen Steuerniere (9) und dem
zweiten Ende (34) der Druckausgleichsleitung (33) ein
Bruchteil der Wellenlänge (λ) ist, wobei der Bruchteil in
20 etwa dem Quotient aus dem Winkel (γ) zwischen dem ersten
Ende (32) der Druckausgleichsleitung (33) und derjenigen
Zylinderöffnung (35.5) des nächsten zur Überdeckung mit
dem ersten Ende (32) der Druckausgleichsleitung (33)
gelangenden Zylinders im Zeitpunkt eines entstehenden
25 Druckmaximums in der auslaßseitigen Arbeitsleitung (27)
und dem Zwischenwinkel (δ) zwischen zwei benachbarten
Zylinderbohrungen entspricht, gegebenenfalls zuzüglich ein
ganzzahliges Vielfaches der Wellenlänge (λ) der
Druckwelle.
30

5. Kolbenmaschine nach Anspruch 1
dadurch gekennzeichnet,
daß die Kolbenmaschine als Hydromotor arbeitet und
daß die Länge (L) der auslaßseitigen Arbeitsleitung (27)
35 zwischen der auslaßseitigen Steuerniere (9) und dem
zweiten Ende (34) der Druckausgleichsleitung (33) ein
Bruchteil der Wellenlänge (λ) ist, wobei der Bruchteil in
etwa dem Quotient aus demjenigen Winkel (ϕ) zwischen dem
ersten Ende (32) der Druckausgleichsleitung (33) und

derjenigen Zylinderöffnung (35.2) des nächsten mit dem ersten Ende (32) der Druckausgleichsleitung (33) zur Überdeckung gelangenden Zylinders im Zeitpunkt eines entstehenden Druckminimums und dem Zwischenwinkel (δ) zwischen zwei benachbarten Zylinderbohrungen entspricht, gegebenenfalls zuzüglich ein ganzzahliges Vielfaches der Wellenlänge (λ) der Druckwelle.

6. Kolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Länge der Druckausgleichsleitung (33) ein ganzzahliges Vielfaches der Wellenlänge (λ) der Druckwelle ist.

7. Kolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß die durch die Länge der Druckausgleichsleitung (33) verursachte Phasenverschiebung an dem ersten Ende (32) durch eine Korrektur der Länge (L) zwischen der auslaßseitigen Steuerniere (9) und dem zweiten Ende (34) der Druckausgleichsleitung (33) berücksichtigt ist.

8. Kolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß an der Druckausgleichsleitung (33) ein Druckspeicherelement (38) angeschlossen ist.

9. Kolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
daß an dem zweiten Ende (34) der Druckausgleichsleitung (33) eine Drosselstelle ausgebildet ist.

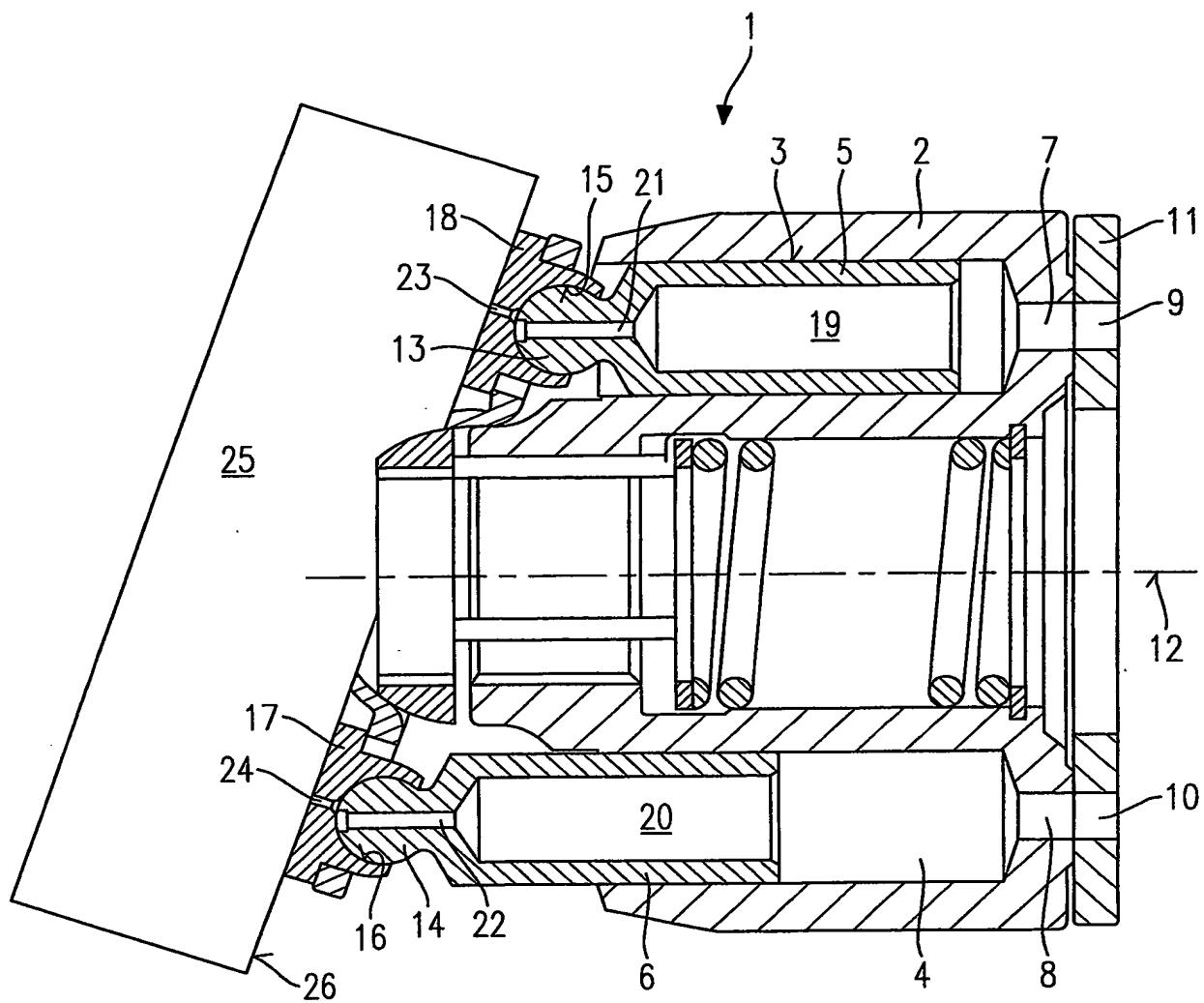


Fig. 1

(Stand der Technik)

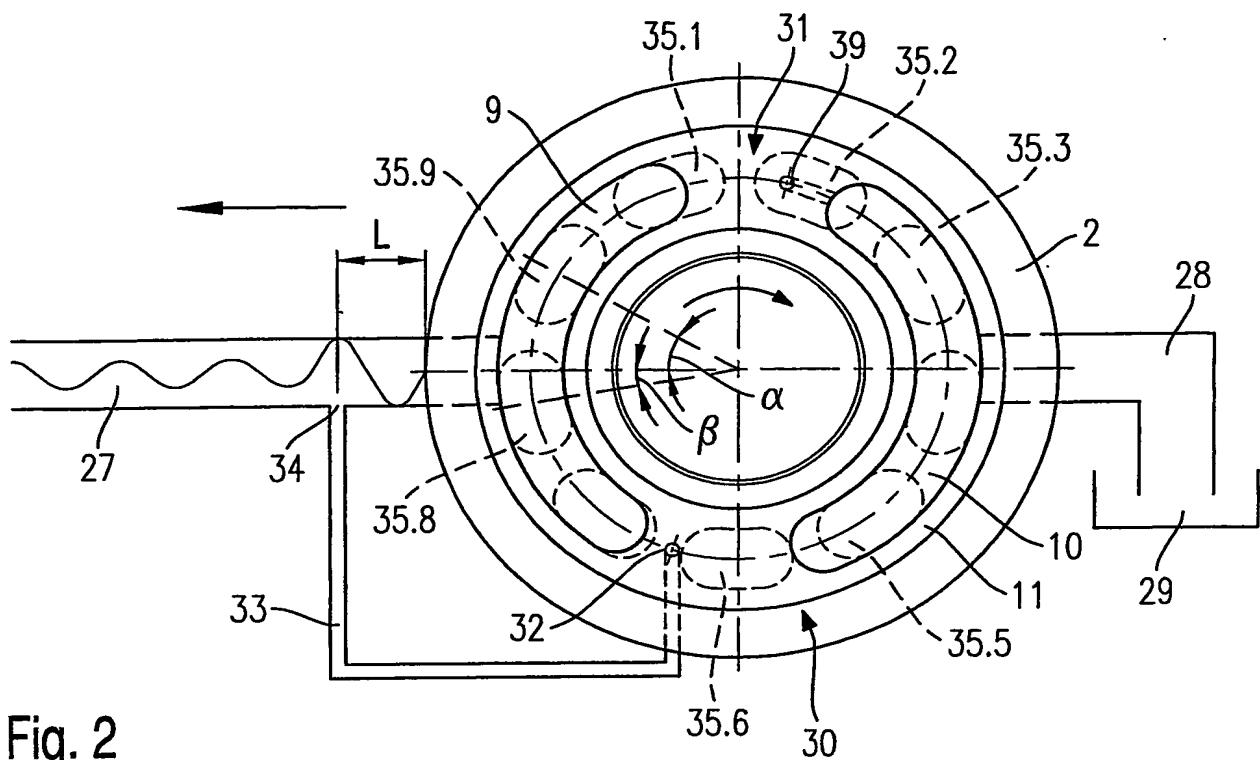


Fig. 2

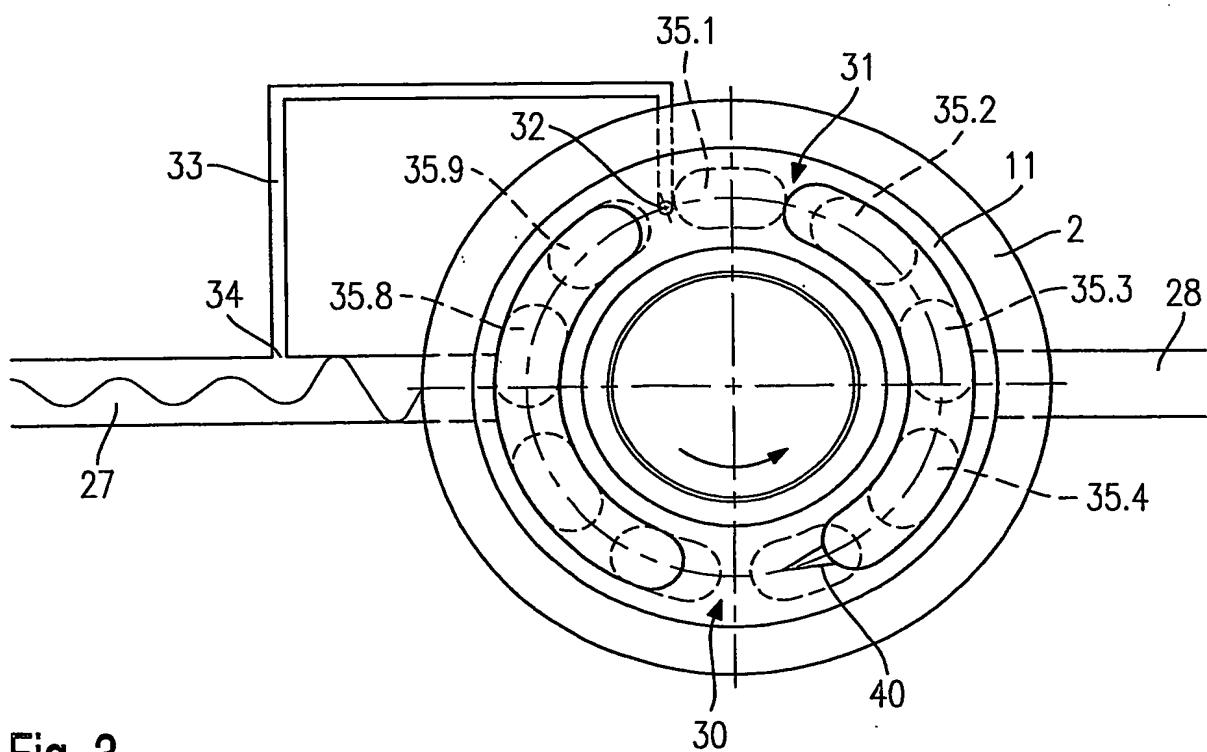


Fig. 3

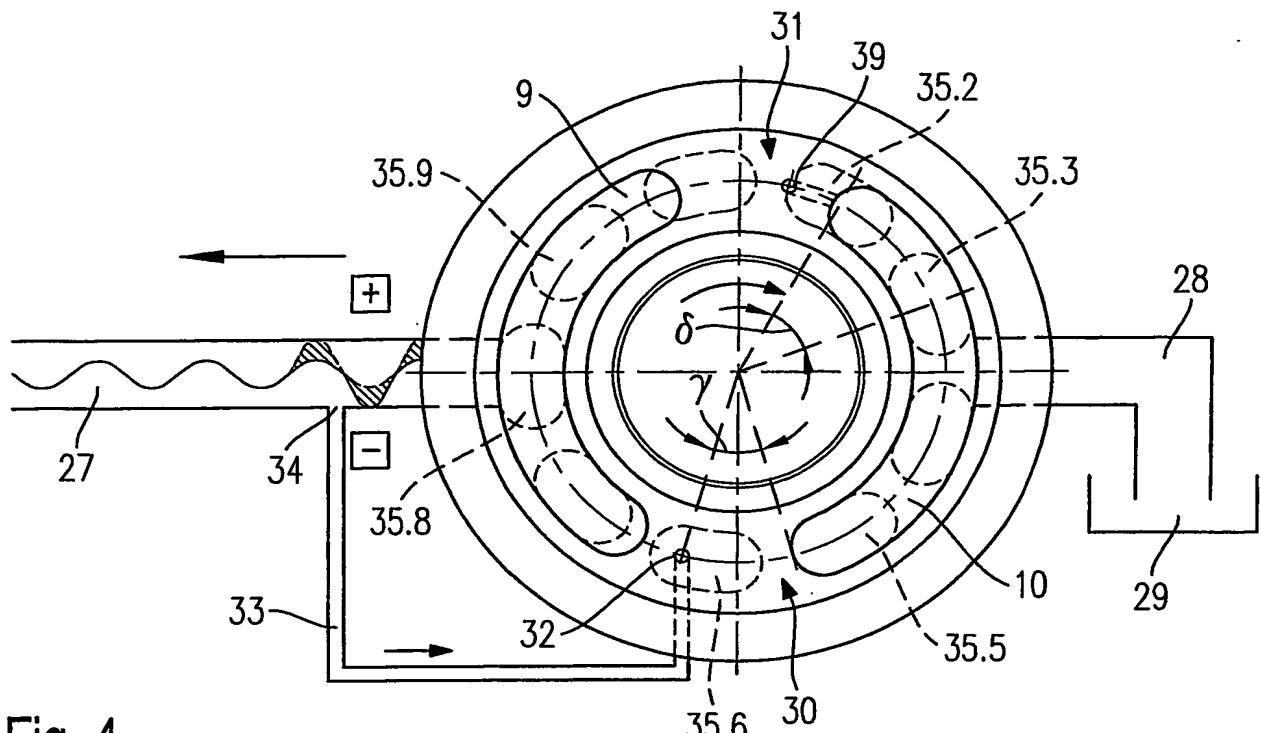


Fig. 4

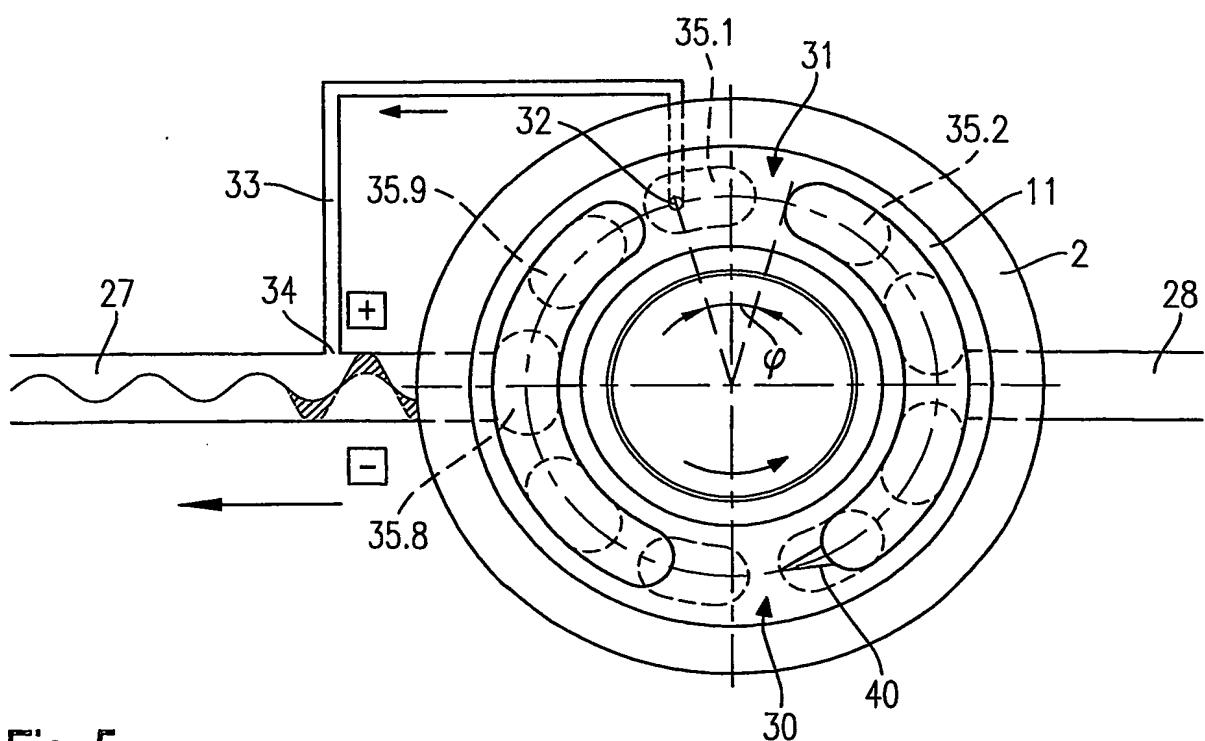


Fig. 5

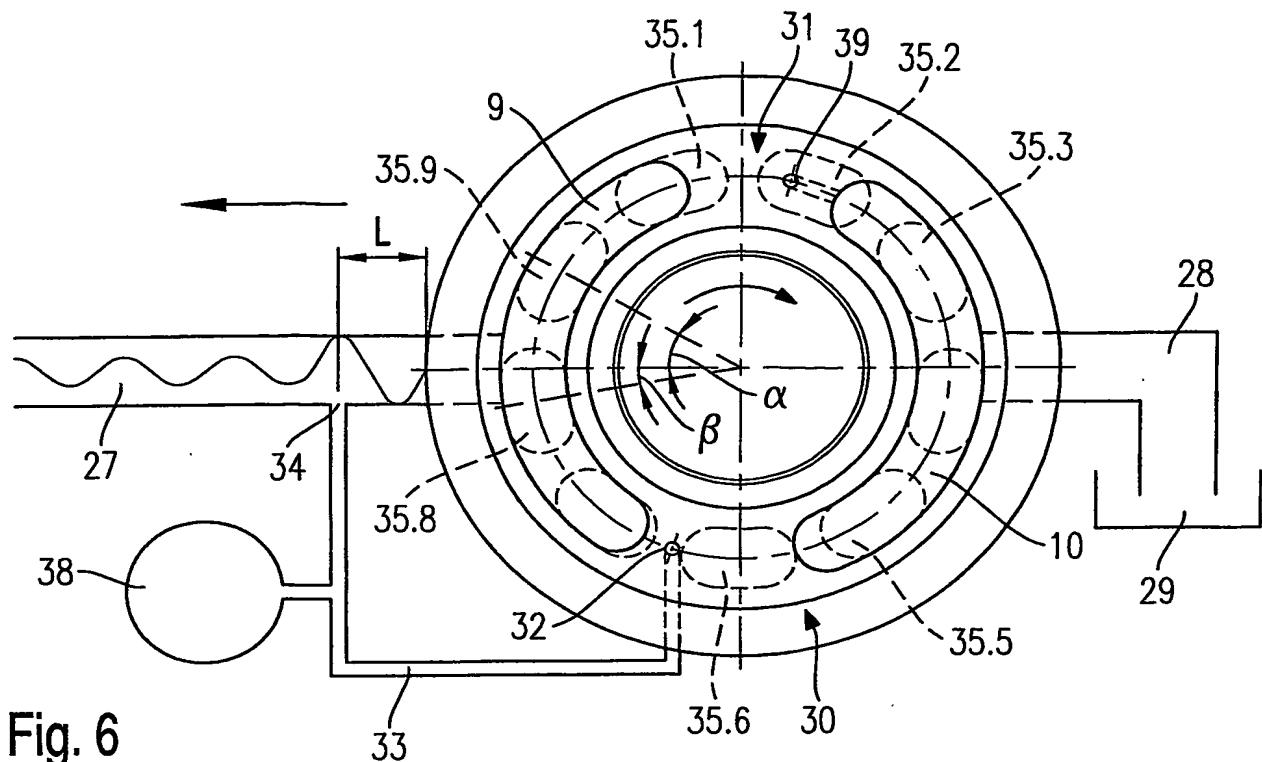


Fig. 6

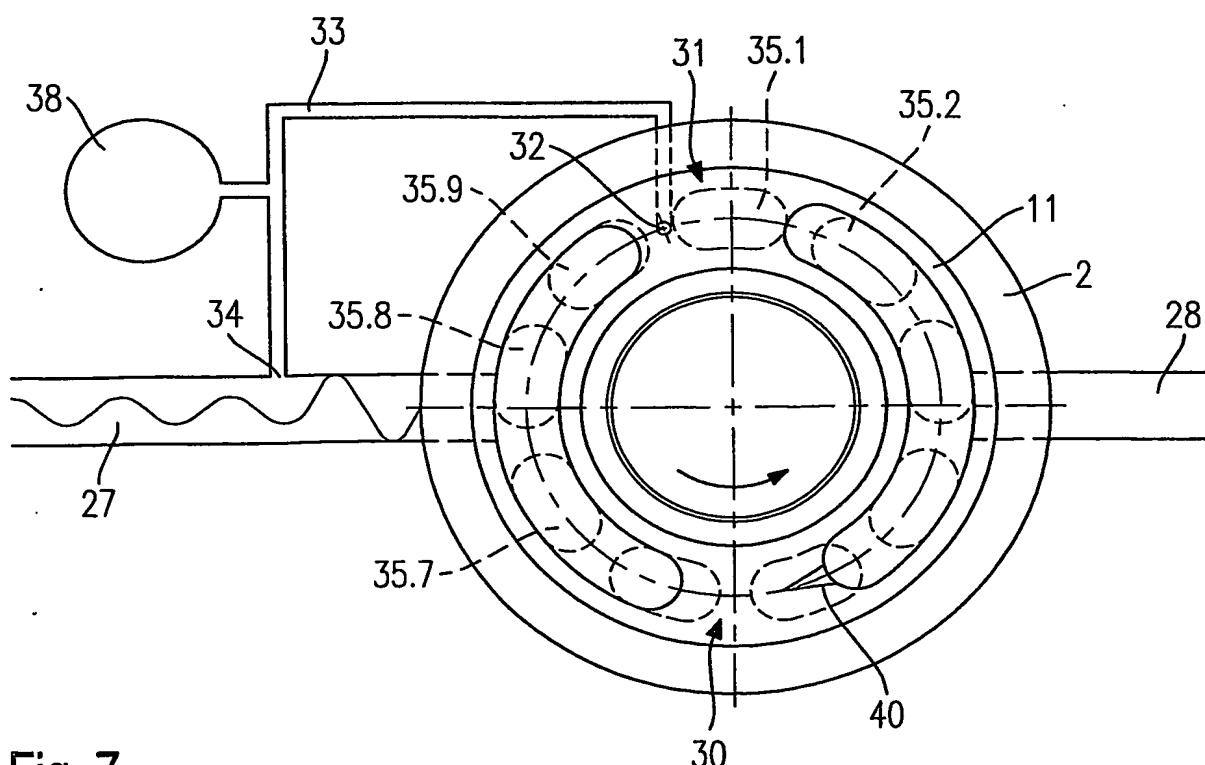


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 03/07422

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F04B1/20 F04B11/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 F04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 100 34 857 A (LIEBHERR MACHINES BULLE S A) 31 January 2002 (2002-01-31) the whole document ---	1-9
Y	US 5 762 479 A (MIGUEL EDSON CORREA ET AL) 9 June 1998 (1998-06-09) abstract; figures 3,4 column 3, line 29 -column 3, line 61 ---	1-9
Y	US 5 507 151 A (RING H KENNETH ET AL) 16 April 1996 (1996-04-16) abstract; figure 1 column 2, line 22 -column 2, line 25 column 2, line 40 -column 2, line 44 column 4, line 23 -column 4, line 27 --	1-9

Further documents are listed in the continuation of box C:

Patent family members are listed in annex:

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

21 October 2003

Date of mailing of the International search report

28/10/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel: (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Pinna, S

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 03/07422

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2002, no. 07, 3 July 2002 (2002-07-03) & JP 2002 070728 A (CALSONIC KANSEI CORP), 8 March 2002 (2002-03-08) abstract ---	1
A	US 6 361 285 B1 (LEHNER THOMAS) 26 March 2002 (2002-03-26) column 3, line 6 - column 4, line 38 ---	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/07422

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
DE 10034857	A	31-01-2002	DE EP JP US	10034857 A1 1174617 A2 2002070716 A 2002108489 A1		31-01-2002 23-01-2002 08-03-2002 15-08-2002
US 5762479	A	09-06-1998	BR JP	9600527 A 9303262 A		30-12-1997 25-11-1997
US 5507151	A	16-04-1996		NONE		
JP 2002070728	A	08-03-2002		NONE		
US 6361285	B1	26-03-2002	EP	1013928 A2		28-06-2000

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/07422

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F04B1/20 F04B11/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F04B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 100 34 857 A (LIEBHERR MACHINES BULLE S A) 31. Januar 2002 (2002-01-31) das ganze Dokument ----	1-9
Y	US 5 762 479 A (MIGUEL EDSON CORREA ET AL) 9. Juni 1998 (1998-06-09) Zusammenfassung; Abbildungen 3,4 Spalte 3, Zeile 29 -Spalte 3, Zeile 61 ----	1-9
Y	US 5 507 151 A (RING H KENNETH ET AL) 16. April 1996 (1996-04-16) Zusammenfassung; Abbildung 1 Spalte 2, Zeile 22 -Spalte 2, Zeile 25 Spalte 2, Zeile 40 -Spalte 2, Zeile 44 Spalte 4, Zeile 23 -Spalte 4, Zeile 27 ----	1-9

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
 - "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
 - "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
 - "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
 - "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
 - "P" Veröffentlichung, die vor dem Internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- "g" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche	Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts
21. Oktober 2003	28/10/2003
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl. Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Pinna, S

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHTInternationales Aktenzeichen
PCT/EP 03/07422**C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2002, no. 07, 3. Juli 2002 (2002-07-03) & JP 2002 070728 A (CALSONIC KANSEI CORP), 8. März 2002 (2002-03-08) Zusammenfassung ----- US 6 361 285 B1 (LEHNER THOMAS) 26. März 2002 (2002-03-26) Spalte 3, Zeile 6 - Spalte 4, Zeile 38 -----	1
A		1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/07422

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 10034857	A	31-01-2002	DE	10034857 A1		31-01-2002
			EP	1174617 A2		23-01-2002
			JP	2002070716 A		08-03-2002
			US	2002108489 A1		15-08-2002
US 5762479	A	09-06-1998	BR	9600527 A		30-12-1997
			JP	9303262 A		25-11-1997
US 5507151	A	16-04-1996		KEINE		
JP 2002070728	A	08-03-2002		KEINE		
US 6361285	B1	26-03-2002	EP	1013928 A2		28-06-2000